はじめに

みなさん，こんにちは！
この講座は，トップ＆ハイレベル化学の中でも「理論化学」という計算中心の講座です。

入試問題に出てくる計算は，パッと見，なんとも複雑で難度が高いと感じられるかもしれません。ただ，実際にはいずれもいくつかのパターンの組み合わせにしかすぎません。パズルと同じで，解き方の方向性さえ間違えず，ていねいに手順通り解いていけばいいだけです。

まずは問題を解いてみてください。最初は１問１問を解くのに時間がかかるかもしれません。まったくわからない，歯が立たないという問題もあるかもしれません。でも大丈夫。最初は誰だってそうです。ただ，あきらめるのではなく，どこがわからないか，どこでつまずいたかだけはしっかりと押さえておきましょう。それさえできていれば講義を観たときにスムーズに理解できると思います。

わたしは，あなたのプライベート講師です。
「先生はこの問題でこんなことを言っていたな……」と思い出せるくらい繰り返し講義を観てください。わたしの言葉が頭にしみ込むくらい繰り返し，繰り返し観てください。その際，単純に暗記するのではなく，「なぜ，この公式が成立するのか？」ということをしっかり考えることも大切です。すると気がついたときには，あなたにとって化学は身近な存在になっています。

ポイントさえ押さえれば，化学は高得点を狙える科目です。ぜひとも化学を克服し，得意科目にしてしまいましょう。

受験はあなたの夢を叶える第一歩。人生におけるターニングポイント。めったにないチャンスです。受験という試練をプラスに転じられるかどうかは，あなた次第です。人生においても何度も経験することのできない受験生活を通して，ひとまわりもふたまわりも成長してください。

まずは，この授業を通して「化学っておもしろい」「化学が好きになった」と思ってもらえれば幸いです。
ともに頑張りましょう！夢の実現のために。

坂田　薫

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第１章　　化学計算の基礎

第 1 講　化学量
第 2 講　溶液の濃度・化学変化と量的関係

第２章　　結合と結晶

第 3 講　配位数・金属結晶（体心立方格子）
第 4 講　金属結晶（最密構造）
第 5 講　イオン結晶
第 6 講　共有結合結晶
第 7 講　分子結晶

第３章　気体

第 8 講　状態方程式
第 9 講　気体の計算・グラフ
第10講　混合気体
第11講　理想気体と実在気体

第４章　物質の状態

第12講　物質の三態・蒸気圧
第13講　蒸気圧の演習問題

第５章　反応の理論

第14講　反応熱の定義・熱量計算
第15講　ヘスの法則・反応熱計算①
第16講　反応熱計算②
第17講　反応速度①
第18講　反応速度②
第19講　化学平衡①
第20講　化学平衡②
第21講　化学平衡③

第６章　溶液

第22講　固体の溶解度①
第23講　固体の溶解度②・溶解度積①
第24講　溶解度積②

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１章　化学計算の基礎

第１講

1　化学量

物質は原子の集合体であるため，化学計算のほとんどは，原子１個の量と個数を使っておこなう。しかし，原子１個の量を質量で表すと非常に小さく，また，物質を構成する個数は非常に多いため，ともに取り扱いが不便である。よって，原子１個の量，そして個数をどのように扱うかが化学計算では最も重要な基本事項である。

⑴　原子量

・原子量

質量数12の炭素原子（^{12}C）の質量を12としたときの，他の原子の相対的な質量。1 molの質量（モル質量：g/mol）と一致する。

・元素の原子量

通常，陽子の数が同じ原子（同位体）は化学的性質がほぼ同じであるため，同じ元素として扱っている。よって元素の量を扱うときは同位体の相対質量の平均値を使用する。これが元素の原子量であり，周期表に掲載されている数値である。

元素の原子量＝Σ［（同位体の相対質量）×（同位体の存在比）］

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　分子量・式量

・分子量

分子を構成している各原子の原子量の総和を分子量とよぶ。

例　CH_4の分子量
Hと C の原子量をそれぞれ1，12とすると，
12＋1×4＝16

・式量

金属の単体やイオンで構成される物質のように，分子を形成しない物質の場合には，結晶を構成する原子数を最も簡単な整数比で表し，組成式とよんでいる。この組成式を構成する各原子の原子量の総和を式量とよぶ。

例　NaClの式量
NaとClの原子量をそれぞれ23，35.5とすると，
23＋35.5＝58.5

⑶　物質量

物質を構成する粒子は非常に多く，個数単位では扱いにくいため，アボガドロ数N_A（6.02×10^{23}個）の集まりを1 molとし，molという単位で表す物質の量を物質量とよぶ。
アボガドロ数N_Aとは^{12}C＝12 g中に含まれる炭素原子の数であり，6.02×10^{23}/molをアボガドロ定数とよぶ。

※原子量の基準の変更

現在は^{12}Cの質量を12として，他の原子量を定めているが（上述の相対質量），この基準をa倍にすると，molという単位のつく数値はすべて$\frac{1}{a}$倍となる。

☆原子量やmolはきちんと理解して使っていこう。そうすれば，基準の変更などにもスムーズに対応できるはずである。また，分子などについて同位体を考慮する問題では，種類を問われているのか，存在比を問われているのか，きちんと確認しよう。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第1講　演習問題

1

〔Ⅰ〕 次の［ 1 ］～［ 3 ］に適当な数値を，整数で答えよ。

自然界の多くの元素には同位体が存在し，それぞれの同位体の存在比は地球上でほぼ一定である。たとえば，塩素の同位体^{35}Clおよび^{37}Clの相対質量と存在比から原子量を計算すると35.50になる。一方，Mgの同位体には^{24}Mg，^{25}Mg，^{26}Mgの3種類があり，Mgの原子量を計算すると24.31になる。^{24}Mgの存在比が80％であることから，^{26}Mgの存在比は［ 1 ］％になる。これらのことから，$MgCl_2$には［ 2 ］種類の質量のものがあり，$^{24}Mg^{35}Cl^{37}Cl$の存在比は［ 3 ］％となる。ただし，各同位体の相対質量は質量数に等しいものとする。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み，［ (ア) ］には質量数と原子番号を含めた元素記号，［ (イ) ］には適切な語句，［ (ウ) ］には有効数字3桁の数値を入れよ。

宇宙からの放射線によって生じる中性子が地球の大気上層部で$^{14}_{7}N$と反応して，［ (ア) ］が絶えず生じている。大気中では［ (ア) ］が生じる量と壊変する量がつり合っている。植物は外界から［ (ア) ］を取り込んで生育しているが，枯れると取り込みが途絶え，植物中の［ (ア) ］は壊変して減り続ける。［ (ア) ］のように原子番号は同じでも，質量数が異なり，かつ，放射線を放って他の原子に変化する原子を［ (イ) ］という。［ (ア) ］が壊変してその濃度が半分になる時間は5.73×10^3年であるので，［ (ア) ］の濃度が生存時の12.5％になった植物は［ (ウ) ］年前に枯れたと推定できる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

〔Ⅰ〕 次の問の選択肢a)～e)のうち，正しい記述はどれか。正解が複数ある場合，あるいは正解がない場合はfとせよ。

問　a）1 molの水には6.02×10^{23}個の水素原子が含まれている。

b）1 molの水素原子に含まれる電子の数は96500個である。

c）12.0 gのフラーレンC_{60}に含まれる炭素原子の数は$60\times6.02\times10^{23}$個である。

d）1 molの^{13}Cの粒子数は6.02×10^{23}個である。

e）1 molの塩化ナトリウムは，水溶液中で3.01×10^{23}個のナトリウムイオンと3.01×10^{23}の塩化物イオンに電離する。

〔Ⅱ〕 原子量は原子の相対的質量を表す数値であり，現在の基準は質量数12の炭素原子$^{12}C=12$である。この基準を$^{12}C=24$にしたとき，次に示す数値は何倍になるか。

(1)　陽子の質量

(2)　酸素の密度

(3)　アボガドロ数

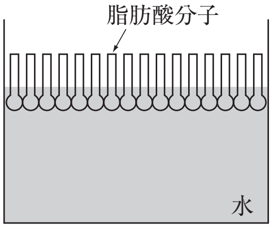
(4)　水のイオン積

(5)　炭素1 molを完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量

(6)　メタン1 gを完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量

〔Ⅲ〕 次の文を読んで問いに答えよ。

ある脂肪酸をベンゼンに溶解した溶液を適量水に滴下し，ベンゼンがすべて蒸発すると，右図のように脂肪酸分子が水面に並び，一層の膜を形成する。これを単分子膜という。



問　下線部の現象から，以下のようにアボガドロ定数(/mol)を算出することができる。空欄(　ア　)～(　ウ　)に適切な式を入れよ。

「分子量Mの脂肪酸X gをベンゼンに溶解させ，全体の体積を100 mLとした。この溶液を水槽の水面下にY mL滴下して形成された単分子膜の面積は$Z\,\mathrm{cm}^2$であった。このとき，脂肪酸1分子が水面で占める面積を$S\,\mathrm{cm}^2$とし，分子が隙間なく並んでいるものとすると，膜を形成している脂肪酸分子の数は(　ア　)個となる。一方，滴下した脂肪酸溶液Y mLに含まれる脂肪酸の物質量は(　イ　)molであるので，アボガドロ定数は(　ウ　)/molと表すことができる。」

（※この問題は動画講義第２講で扱っています。
解答は第２講(解答２ページ)に掲載されております。）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第1講　確認テスト

1　次の文中，(A)，(B)，(C)にもっとも適合するものを，それぞれA群，B群，C群の㋐～㋓から選べ。

原子の質量はきわめて小さいので，そのまま扱うのは不便である。そこで，原子の質量を扱いやすくするために，現在では「^{12}C原子の質量を12とする」と決め，これを基準にした各原子の(A)を用いている。多くの元素には何種類かの(B)が存在し，天然（地球上）にある元素ではその存在比はほぼ一定である。(B)の存在比とその(A)から求めた平均値を，元素の原子量という。天然における元素のKおよびArの(B)の存在比はそれぞれ，

$^{39}K : {}^{40}K : {}^{41}K = 93.26\% : 0.01\% : 6.73\%$　$^{36}Ar : {}^{38}Ar : {}^{40}Ar = 0.34\% : 0.06\% : 99.60\%$

である。一方，太陽ではArの(B)の存在比は，

$^{36}Ar : {}^{38}Ar : {}^{40}Ar = 84.17\% : 15.81\% : 0.02\%$

である。したがって，K，Ar（地球），Ar（太陽）の原子量は(C)の順で大きくなる。

A：㋐　原子番号　㋑　質量数　㋒　相対質量　㋓　物質量

B：㋐　異性体　㋑　化合物　㋒　同位体　㋓　同素体

C：㋐　K＜Ar（太陽）＜Ar（地球）　㋑　Ar（太陽）＜K＜Ar（地球）

　㋒　Ar（太陽）＜Ar（地球）＜K　㋓　K＜Ar（地球）＜Ar（太陽）

2　次の［　　］に入る適当な数値を㋐～㋓から選べ。

炭素原子（^{12}C）1個の質量は1.99×10^{-23} gである。一方，金原子^{197}Auの^{12}Cに対する相対質量は197であるので，金原子^{197}Au 1個の質量は［　　］$\times 10^{-22}$ gとなる。

［　　］に対する解答群

㋐　1.21　㋑　2.24　㋒　3.27　㋓　4.23

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

1

〔Ⅰ〕 1　11　　2　7　　3　30

〔Ⅱ〕 ア　^{14}C　　イ　放射性同位体　　ウ　1.72×10^4

2

〔Ⅰ〕 d

〔Ⅱ〕 (1)　1倍　　(2)　1倍　　(3)　2倍　　(4)　$\frac{1}{4}$倍

(5)　1倍　　(6)　$\frac{1}{2}$倍

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第1講　確認テスト

1　A　ウ　B　ウ　C　イ

【解説】

原子の原子量は ^{12}C の質量を12としたときの A 相対質量 で表したものである。また，元素の原子量は各 B 同位体 の相対質量の平均値で表す。

カリウムの存在比は $^{39}K : ^{40}K : ^{41}K = 93.26 : 0.01 : 6.73$ であるため，平均値は存在率の高い39に近くなる。また，アルゴン(地球)の存在比は $^{36}Ar : ^{38}Ar : ^{40}Ar = 0.34 : 0.06 : 99.60$ であるため，平均値は40に近くなる。そして，アルゴン(太陽)の存在比は $^{36}Ar : ^{38}Ar : ^{40}Ar = 84.17 : 15.81 : 0.02$ であるため，平均値は36に近くなる。以上より，

C Ar(太陽)＜K＜Ar(地球) となる。

2　ウ

【解説】

^{197}Au の ^{12}C に対する相対質量が197であるため，^{197}Au の質量は ^{12}C の質量の $\frac{197}{12}$ 倍である。

よって $1.99 \times 10^{-23} \times \frac{197}{12} = \boxed{3.27 \times 10^{-22}\,(\mathrm{g})}$ となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。